

Állami Kórház Balatonfüred, MTA KFKI, EMG Esztergomi Gyár-
egysége, Számítástechnikai Koordinációs Intézet, Veszprémi Vegy-
ipari Egyetem Számítóközpontja

Beat-to-beat mintavételezés és 4741-1 EMG korrelátor bevonása a
radiociklográfiás vizsgálatokba

Horváth Mihály, Elek György, Pál István, Rottár József, Wölfinger
Miklós, Binder László és Szabó Domonkos

Szokásunkhoz híven jelen előadásunk is a korábbi közlése-
inkben nyitvamaradt mérés technikai problémák további kiküszöbölé-
sére irányul, mégpedig változatlanul a klinikai célkitűzés tökéle-
tesebb megközelítése érdekében.

Jelen tematika a radio-ciklogramra (RCG) építve, a szív-
működés kapcsán észlelhető periódikus jelenségek kapcsolatának ke-
resése.

Tavalyi egyik kérdésfeltevésünk az volt, hogy megelőző át-
lagolás nélkül 8 egymásutáni egyedi ciklus egyenként 64 csatornába
való felvételéből származó Fourier elemzés az átlagoláshoz képest
milyen mértékű simítást eredményez. A KFKI-EFO-val együtt sike-
rült a NTA 512M-hez olyan mintavételezőt készíteni, amely módot
nyújtott 8x64 egymásutáni csatornába egyedi ciklusok tárolására, vál-
toztatható, de egyéni céljainkra 20 msec-mal legmegfelelőbb csator-
naidővel. A mintavételező kialakítása az 512 csatornába szóló tel-
jes programozással féltárba való kétszeres, ill. negyed-tárba való
négyeszeres átlagolásra is lehetőséget ad. A mintavételezés vezérlése
a vizsgált egyén EKG-jának R-hullámával történik, mely koinciden-
cia kapcsolatban a ciklus vége kapuz, majd a következő ciklust ki-
hagyva információ-zárlat után indít a következő nyolcadba.

H.M.

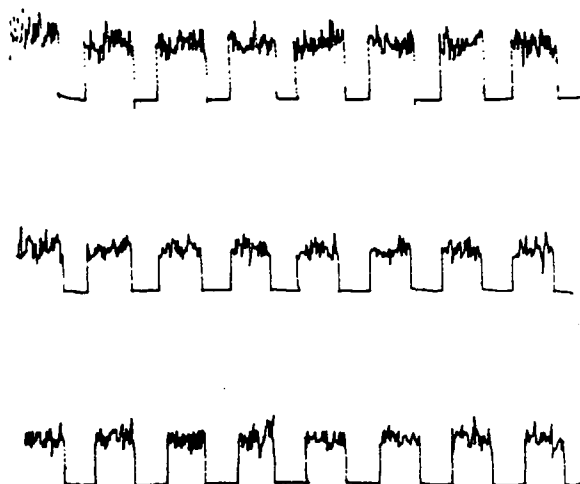
1974. II. 9.

RADIO-CYCLOGRAMM during Valsalva manoeuvre

8x 64 channels

20ms/channel

≈ 800 c/s

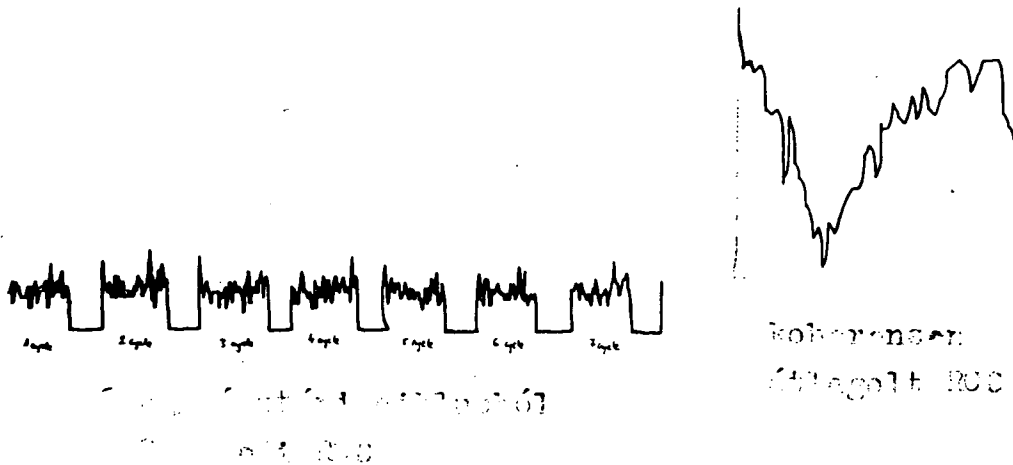


1. ábra

Valsalva manőver kapcsán felvett egyedi
RCG-sorozat 8x64 csatornában

Mivel az 1. ábrából is világosan látható, hogy ezen tagok Fourier elemzésének sajnos nincs praktikus értelme, ezzel a kérdéssel tovább nem is foglalkoztunk. A regisztrátum azonban már ebben a formában is magában rejt a préselés kapcsán előálló biológiai tranziensek időtartam szempontjából való pontosabb elemzését.

Jól látható, hogy a különböző ciklusidőknek megfelelően az átlagolt RCG végén statisztikus szórás jelentkezik, mely a legrövidebb és leghosszabb ciklusok egymásrarakódásából adódik. Mivel mini-analizátorunk idő-intervallum hisztogram felvételére ez idő szerint



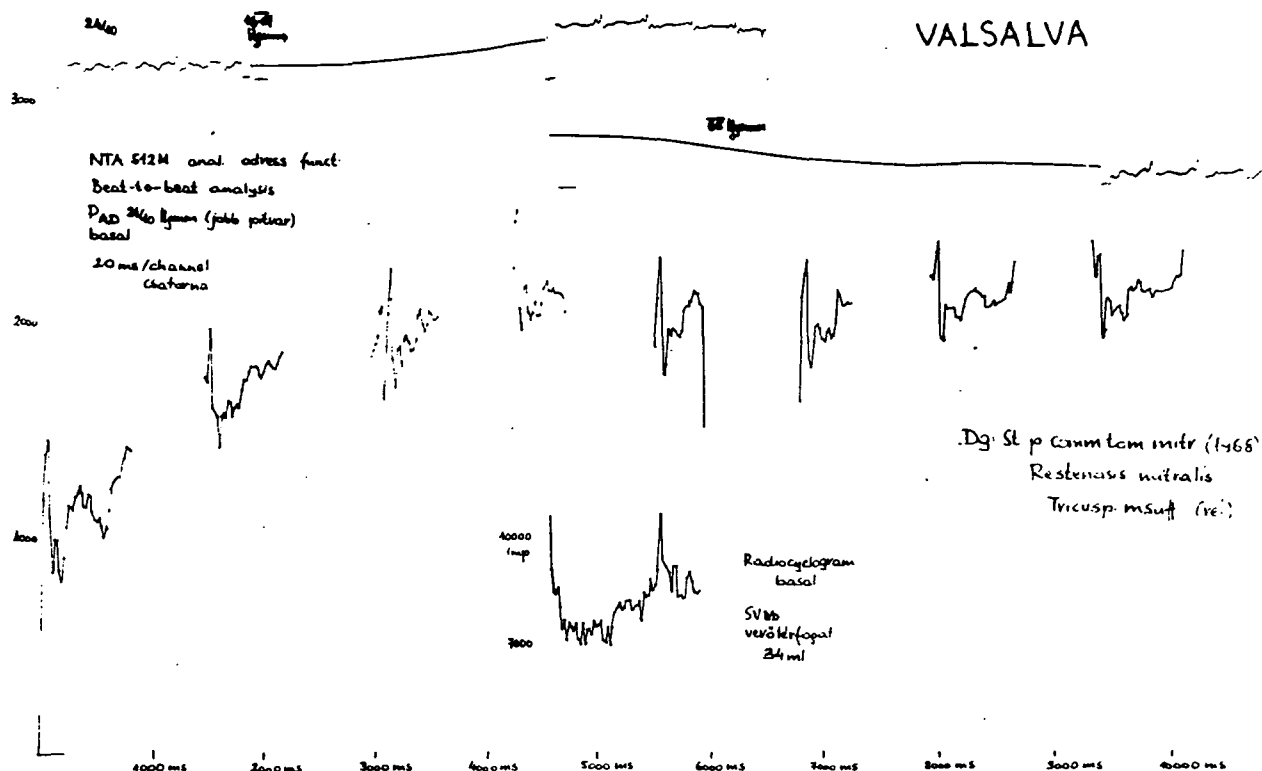
2. ábra

Az egyedi ciklogram sorozat mellett ugyanazon betegről koherens átlagolással kialakított RCG

nem alkalmas, az átlagolt RCG végére eső statisztikus ingadozás nagyságának megállapítását tovább finomítani nem tudtuk.

Miután a KFKI-mintavételező értelemszerűen nem tesz különbséget nukleáris és nem izotópos (hagyományos analóg) információ között, nagyon hasznosnak bizonyult a véres nyomásgörbék különböző behatásokra való változásának elemzésében is. Ehhez az analizátort address üzemmódban kell üzemeltetni, célszerűen megemelt alapvonal mellett.

Az átlagnyomásnak az egyidejűleg történt analóg regisztrátumon feltüntetett emelkedése mellett, ugyancsak Valsalva terhelés kapcsán, a resztenotizáló mitrális hibában relatív trikuszipidális elégtelenség mellett karakterisztikusan alakult a jobb pitvari nyomásgörbe formája.



3. ábra

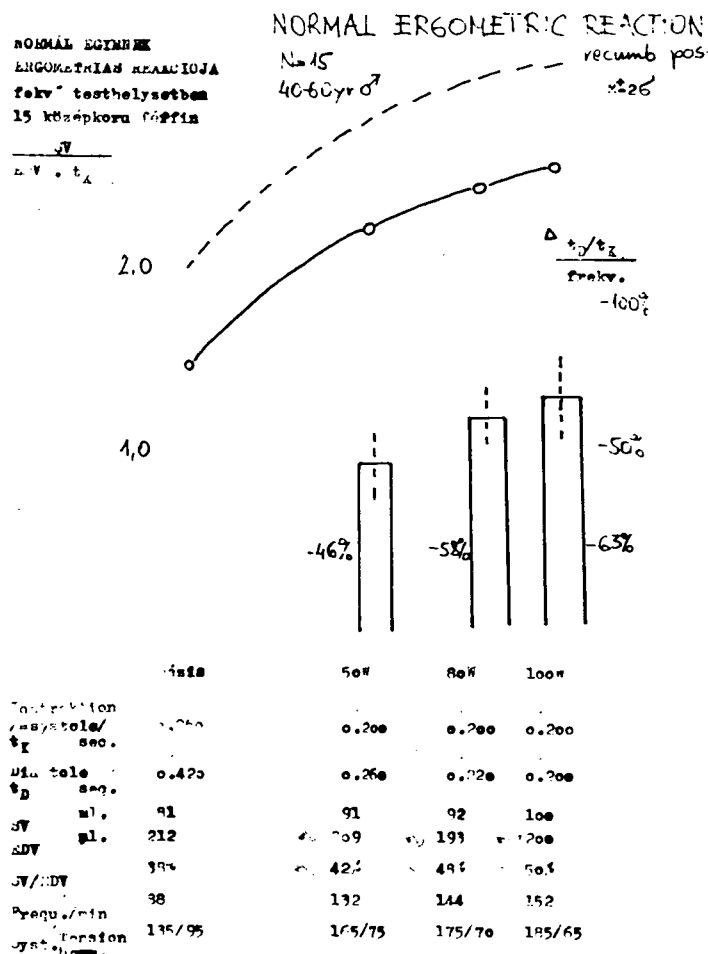
Valsalva préelés kapcsán bekövetkezett jobb pitvari nyomásváltozás digitalizált megjelenítése 8 x 64 csatornában 16 ciklus alatt.

A kinyomtatott számsorozatból reprodukált nyomásgörbék éppúgy tükrözik a háromhegyű billentyű szintjén történő regurgitációt, mint a nyugalmi körülmények közt a jobb kamra-feletti mellkasi régióból felvett és az ábrán alul látható RCG.

(Egyenlőre gyakorlati célra még ki nem aknázott melléktermékként tekinthető az a megoldásunk, mellyel ugyanilyen koincidencia-kapuzással és meghatározott időtartamra időzített frekvencia-generátorral a cikluson belüli idő-ablakolásra is képesek vagyunk.)

A gyors Fourier-analizist idén Singleton Algol nyelven megírt programja szerint folytatva az ODRA 1204-en, a tavaly bemutatott kezdeti eredménynél sokkal jobb simítást sikerült elérni, miként erre a 4. ábra is bizonyosság. A jellegzetes időpontokat (gyors és lassu ejekció, ill. telődés határa, ciklustartam, mélypont) ez esetben legjobban a 13. részletösszeg emelte ki és a 24. részletösszeg az eredeti RCG-ot maradéktalanul visszaadta.

A korábbinál tökéletesebb ciklus-kijelölés segítségével átszámítottuk a 15 fős középkorú normál férfi-csoport terhelési adatait. A tavalyihoz képest a kontrakciós időre normált ejekciós frakcióban némi korrekciót kellett alkalmaznunk, a görbének a korábban megadott egyenestől valamelyest való eltérése miatt.



5. ábra

A terhelési normák
alakulását feltűntető
korrigált ábrán

Az EMG 4741-1 polaritás-korrelátor birtokába jutva, azon összefüggés alapján, hogy a teljesítménysűrűség-spektrum az autokorrelogram Fourier-transzformáltja, a radiociklográfiás mérésfolyamat felgyorsítása okából, a periodicitások jobb kiemelése céljából, helyben megkapható információként, e korrelátor használatára térünk át. Univerzális EKG R-hullám triggerünket használva az autokorrelációhoz is, 10 msec-os Δt -vel dolgoztunk, ezután a 10 sec-ra specifikált beállási időpontban a korrelátor jól mutatta az aktuális szív-frekvenciát. Miután ezt a különböző terhelési fokozatok plató-frekvenciájára vonatkoztatva is megnyugtatónak találtuk, ezt az adatot egyre gyakrabban vettük igénybe és beépítettük RCG-s programunkba is.



Δt 100 ms · 8 = 800 ms
 ——— 33 ms · 25 = 825 ms

X-Y regisztr.

X 0,5 cm/mp

Y 250 mV/cm

Jobb-kamrai nyomásgörbe

AUTOKORRELOGRAM

EMG 4741-1 korrelátorral

Mikrokath.-nyomásmérés

EMG ANA-06 KONVERTER-en

feldolgozva

EL-ne

6. ábra

Mikrokatheterrel regisztrált jobb-kamrai nyomásgörbe autokorrelogramja különböző finomságu időfelbontásban, 100 és 33 msec-os Δt mellett, ugyancsak X-Y regisztrálóval megjelenítve.

Tekintettel arra a lehetőségre, hogy a mikrokatheteres nyomásgörbét és a RCC közbeni EKG-t az EMG analóg konvertere segítségével Philips N4414 stereo-magnetofonra is fel tudjuk venni, további pontosítást hozott a korrelogram kiértékelésébe, hogy a KFKI-EFO az EMG Esztergomi Gyáregységével kooperációban kívánságunkra és elgondolásunknak megfelelően megoldotta a korrelogramok sokcsatornás analizátorban való megjeleníthetőségét, és ami ennél sokkal fontosabb, a ferritmemóriából való kinyomtathatóságát. Ehhez az analizátor saját óra-generátorát kikapcsolva (az 1000 sec-os time base-funkciót feláldozva) kellett a korrelátor 3kHz-es kiíró-órajelét bevezetni és az analizátort a korrelátorral szinkronizált időalappal működtetni, az analizátor -5 V-os logikai szintjéhez illeszkedve. A korrelátor trigger az ujonnan készített mintavételező trigger pontján lép be, miután a mintavételező presetelése, minimális 20 μ sec-nyi csatornaidő mellett biztosítva lett, a korrelogram pedig az analizátor address-üzemmódjában vélt megjeleníthetővé.

Visszatérve a tavalyi évben már érintett gondolatmenet-höz, miszerint a volumen-ekvivalens RCG és az elsősorban nyomásváltozásokat reprezentáló apex-kardiogram közt feltűnő a formai hasonlóság, megkezdtük ezen összefüggéseknek a fázis-eltolódásokra irányuló olyatén elemzését, melyről a Kardiológus Szakcsoport tavaszi tudományos ülésén Csáki Frigyes és Szücs Béla nagyértékű támogatásával Simonyi Jánostól és munkatársaitól is hallottunk.

A regisztrátumot egy, az átlagolás számára kedvezőtlen esetben, pitvar-fibrillációban szövődött mitrális betegségben, hipertóniában és emfizémában szenvedő dekompenzált keringésű betegről készítettük. A Hellige EK-26 multiscríptorral felvett apex-KG-ot árnyékolt koaxiális kábelben vezettük a közelben lévő radioizotóp laboratórium analizátorának A/D konverterébe. (Azóta Kellényi L. segítségével a telemetrikus átvitelt is megoldottuk.)

Sajnos RCG és apex-KG kereszt-korrelációra vonatkozó érdemi információval ez idő szerint még nem rendelkezünk. Az EMG frekvenciamodulált analóg konvertere a jó minőségű Philips-magnó ellenére sem képes még leosztott nukleáris impulzusszám és kis-frekvenciájú analóg jelek szelektív, áthallásmentes reprodukálására, leg-

B.I.
1974. Febr.
yr 52 ♂

Mitralvitium comb. decomp
Arrhythmia abs.
Hypertonia. Emphys. pulm.

Heart freq. $\overline{100}$ /min
20 ms/channel
~ 1000 averaging

64250

64736

RADIO
CYCLOGR
300 %

194

477

DIGITAL APEX -
CARDIOGR.

7. ábra

A radio-ciklogram és az apex-kardiogram hasonlóságának bemutatása.

alábbis nálunk a nukleáris információ zavarását tapasztaltuk. Emiatt az RCG és az apex-KG egybevetésére csak oszcilloszkópos monitorozással, vagy koordinatográfion való kijelzéssel tájékozódhattunk.

Könnyebb feladatnak bizonyult az EKG és az apex-KG kereszt-korrelációja, melyből az egyidejűségek bizonyos fokig szintén elemezhetők.

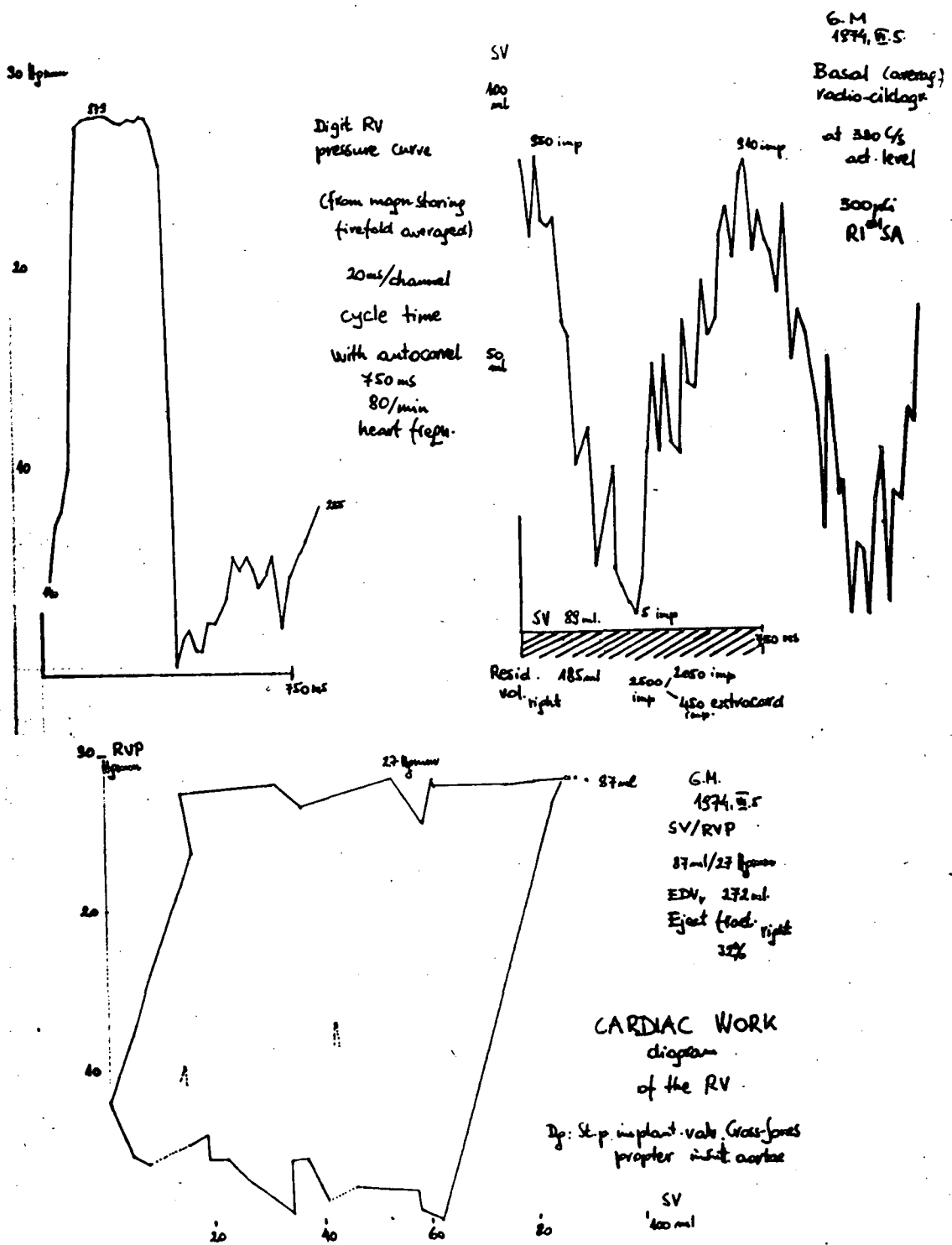
A szív-katheterizálás RCG-közbeni fenntartásával, a RCG-mal párhuzamosan, EMC-konverter közbeiktatásával a szívüreg véres nyomásgörbéje is tárolható, majd az analízátor address üzemmódjában megjeleníthető. A szív képlékenységről (compliance) tájékoztató eme nyomás-térfogat diagramon a Hgmm-t kp/cm^2 -é alakítva, a megfelelő normálások után a bezárt paralelogramm területe a megkatheterizált szívfél aktuális szívmunkáját reprezentálja mkp-ban vagy tetszés szerinti Watt-ban.

A periodicitások klinikai célzatu korrelációs elemzése számítógépes programunk részét képezi, melynek végén a radiociklogram szimulációs kiértékeléséig szeretnénk eljutni.

Összefoglalás

A KFKI-EFO egyedi mintavételezőt készített, mellyel triggerelt üzemmódban nukleárisan indikált és hagyományos analóg kardiológiai információk beat-to-beat elemezhetővé váltak. Triggerként korábbi gyakorlatunkhoz hasonlóan az EKG R-hullámát használjuk, azonban meghatározott tartamra időzített frekvenciagenerátor koincidencia-üzemmódban való interrupciójával a cikluson belül ún. "idő-ablakolásra" is módot találtunk. Az egyedi ciklusok ilyenén behatárolásával meghatározható a vizsgálat alatti leghosszabb, ill. legrövidebb ciklus-tartam, mely normálás alapjául szolgálhat éppugy, mint az EMC 4741-1 korrelátorral kimérhető átlagfrekvencia.

A vizsgálat különféle terhelések kapcsán való átmenetek, ill. tranziens-periodicitások tanulmányozását segíti elő. A korrelátorral az EKG-trigger auto-korrelálása mellett EKG és véres-nyomásgörbe, ill. radiociklogramm és apex-kardiogramm kereszt-korrelálást is végeztünk.



8. ábra

Szív munkáról (cardiac work) tájékoztató nyomás/térfogat diagram. Baloldalt felül digitalizált jobb-kamrai nyomásgörbe, jobboldalt felül a vér-térfogat-ekvivalens (jobb-kamrai) radio-ciklogramm, alul X-Y koordináták mentén ábrázolt nyomás-térfogat paralelogramm-hurok

A munkacsoport megoldotta az EMG 4741-1 korrelátor ki-
menő jelének NTA 512M analizátorban való digitális megjeleníté-
sét és kinyomtathatóságát is.

Irodalom

Horváth M., Csontos M., Tomor B., Szabó D., Almási L.: A ra-
diociklogram elemzése, 4. Neumann Kollokvium Szeged,
1973. 254-273.

Singleton R.C.: Algol procedures for the fast Fourier transformation.
Algorithm 338. Comm.of the ACM. 11 : 773-779, 1968.

Simonyi J., Szűcs B., Lehoczky J., Herpai Zs., Kerekes I., Ko-
csis K., Wolf T., Csáki F.: Az emberi vérkeringés vizsgálá-
sára non-invazív módszerek és modern számítástechnika segít-
ségével. Előadás a Magyar Kard.Társ. és Neumann Társ.Orv.
-Biol.Szakoszt. 1974. április 8-i ülésén.